0 214730 260003

21-47-30-26
(2.10)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Сарычева Ивана Федоровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 15^{58} — 16^{02}
+1 лист

Дата
«13» 02 2026 года

Подпись участника
Сар

Черновик.

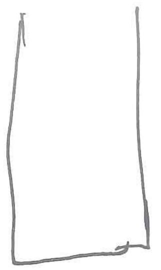
$T=273K$

$m=1кг$

$p(0°C)=611Па$

$\lambda_л = 3,3\cdot10^5 \frac{Дж}{кг}$

$r_п = 2,3\cdot10^6 \frac{Дж}{кг}$



~~$\mu=18\cdot10^{-3}$~~ $\mu=18\cdot10^{-3}$

$R=8,3$

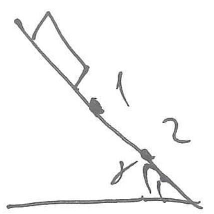
V-?

$\tau=0,51c$

$b=0,1м$

$\tau_1=2c$

$\tau_2=1c$



$$b = v_0\cdot\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2}$$

$$b = v_1\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$$

$$v_1 = v_0 + a\tau$$

$$b = v_0\cdot\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2}$$

$$b = (v_0 + a\tau)\cdot\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$$

$$\cancel{v_0 = \frac{b}{\tau_1} - a\tau^2} \quad v_0 = \frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1}{2}$$

$$v_0 = \frac{b}{\tau_2} - \frac{a\tau_2}{2} - a\tau$$

$$\frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1}{2} = \frac{b}{\tau_2} - \frac{a\tau_2}{2} - a\tau$$

$$b\left(\frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1}\right) = a\left(\tau - \frac{\tau_1}{2} + \frac{\tau_2}{2}\right)$$

$$g\sin\alpha = \frac{b}{g}\cdot\frac{\frac{1}{\tau_2}-\frac{1}{\tau_1}}{\tau - \frac{\tau_1}{2} + \frac{\tau_2}{2}} = \frac{0,1}{10}\cdot\frac{\frac{1}{1}-\frac{1}{2}}{0,51-1+\frac{1}{2}} = \frac{0,1}{10\cdot0,01}\cdot0,5 = 0,5$$

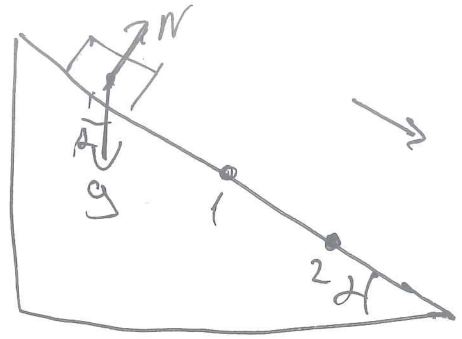
$\alpha=30°$

21-47-30-26 (2.10)

1	10	Сопровская	
2	19	Юсупов	
3	5+5	~~[illegible]~~ Лишуба	
4	20½	Калинович	
5	20	~~[illegible]~~	
Σ	84	Нюхин	(Восемьдесят четыре)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик. №1



$b=0,1м$

$\tau=0,51c$

$\tau_1=2c$

$\tau_2=1c$

α-?

В пусть когда брусок начал перекрывать $Ф_1$, его скорость v_0.

Ускорение тела на Ox есть $a = g\cdot\sin\alpha$

$$b = v_0\cdot\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2}$$

$$b = v_1\cdot\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$$

Где v_1 время, когда начинает закрывать $Ф_2$:

$$\cancel{v_2 = v} \quad v_1 = v_0 + a\cdot\tau$$

$$b = v_0\tau_1 + \frac{a\tau_1^2}{2}$$

$$b = (v_0 + a\tau)\cdot\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2} \Rightarrow b = v_0\tau_2 + a\tau\tau_2 + \frac{a\tau_2^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{b - \frac{a\tau_1^2}{2}}{\tau_1}$$

$$v_0 = \frac{b - a\tau\tau_2 - \frac{a\tau_2^2}{2}}{\tau_2}$$

$$\Rightarrow \frac{b - \frac{a\tau_1^2}{2}}{\tau_1} = \frac{b - a\tau\tau_2 - \frac{a\tau_2^2}{2}}{\tau_2}$$

$$\frac{b}{\tau_1} - \frac{a\tau_1}{2} = \frac{b}{\tau_2} - a\tau - \frac{a\tau_2}{2}$$

$$\frac{b}{\tau_2} - \frac{b}{\tau_1} = a\left(\tau + \frac{\tau_2}{2} - \frac{\tau_1}{2}\right)$$

$$\sin\alpha = \frac{b\left(\frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1}\right)}{\tau + \frac{\tau_2}{2} - \frac{\tau_1}{2}}\cdot\frac{1}{g}$$

$$\sin\alpha = \frac{0,1\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{2}\right)}{0,51 + \frac{1}{2} - 1}\cdot\frac{1}{10} = \frac{0,1\cdot0,5}{0,01}\cdot\frac{1}{10} = 0,5$$

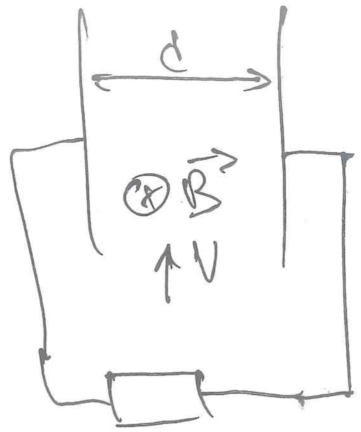
$\Downarrow$

$\alpha = 30°$

$\boxed{Ответ: \alpha = 30°}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик. № 3



$R = 0,4$ м

$d = 0,4$ м

$V = 0,1 \frac{м}{с}$

$P_m = \cancel{0,1} \; 1 \cdot 10^{-3}$ Вт

$B - ?$

нет всех необход. для верного применения законов

Мы считаем, что жидкость не имеет сопротивления. Этот случай соответствует $P = P_m$

$U = BV \cdot d$

$P_m = \frac{U^2}{R}$

$U = B \cdot V \cdot d$

$\sqrt{P_m \cdot R} = B \cdot V \cdot d$

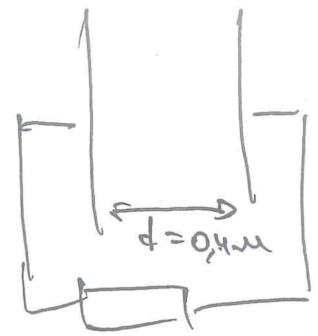
$B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{V \cdot d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,1 \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,1 \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5$ Тл

$\boxed{\text{Ответ: } B = 0,5 \text{ Тл}}$

$\cancel{\frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,4 \cdot 0,1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ Тл}}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик № 3



$P = \frac{U^2}{R}$

$U = BV \cdot d$

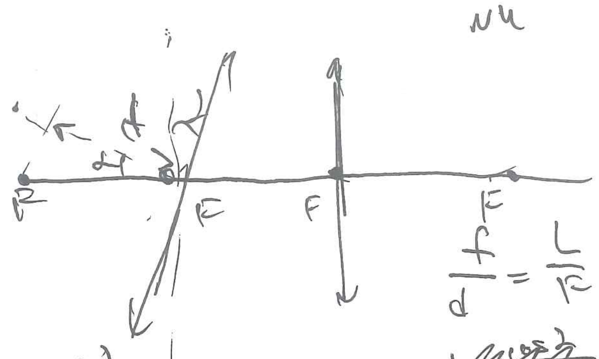
$\sqrt{P \cdot R} = BVd$

$R = 0,4$ м

$V = 0,1 \frac{м}{с}$

$B = \frac{\sqrt{P \cdot R}}{V \cdot d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,4 \cdot 0,1} \rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5$ Тл

№ 4



$\frac{f}{d} = \frac{L}{F}$

$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$f = \frac{F \cdot d}{d + F}$

$F \cdot \cos\alpha$

$\frac{1}{F \cdot \cos\alpha} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F}\left(\frac{1 - \cos\alpha}{\cos\alpha}\right)$

$f = F \cdot \frac{\cos\alpha}{1 - \cos\alpha}$

$\frac{F \cdot \frac{\cos\alpha}{1 - \cos\alpha}}{F \cdot \cos\alpha} = \frac{L}{F}$

$L = \frac{F}{1 - \cos\alpha}$

$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$

$f = \frac{F \cdot d}{F - d}$

$f = \frac{F \cdot F \cdot \cos\alpha}{F - F \cdot \cos\alpha} = F \cdot \frac{\cos\alpha}{1 - \cos\alpha}$

$L + F = \frac{F}{1 - \cos\alpha} + F = F\left(\frac{1 + 1 - \cos\alpha}{1 - \cos\alpha}\right) =$

$= F \frac{2 - \cos\alpha}{1 - \cos\alpha}$

$\frac{1}{L + F} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$

$\frac{1 \, (1 - \cos\alpha)}{F (2 - \cos\alpha)} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F}\left(1 - \frac{1 - \cos\alpha}{2 - \cos\alpha}\right)$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F}\left(\frac{2 - \cos\alpha - 1 + \cos\alpha}{2 - \cos\alpha}\right)$

$f' = F \cdot (2 - \cos\alpha)$

$x = 2F + F(2 - \cos\alpha) = F(4 - \cos\alpha)$

$F = \frac{x}{4 - \cos\alpha} = \frac{23,5}{4 - \cos\alpha} = \frac{23,5}{4 - \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{47}{8 - \sqrt{3}} = 7,5$ см

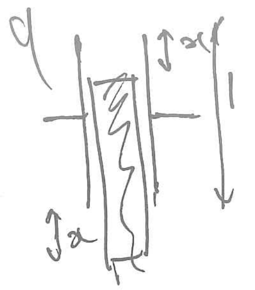
$8 - 1,7 = 6,3$

$470 : 63 = 7,49 \approx 7,5$

-420

290

№5 Черновик



$V_0 = 100\,В$
$l = 20\,см$
$d = 1\,мм$
$x = 0{,}1\,мм$
$T = 4{,}35\,с$
$\varepsilon = 4$
$\varepsilon_0 = 9\cdot10^{-12}\,Ф/м$

$\frac{1}{1+x} \approx 1$

$q = U_0\cdot\varepsilon_0\frac{l^2}{d}$

$W = \frac{q^2}{2C}$

$C = C_1 + C_2$

$C_1 = \varepsilon_0\frac{l\cdot x}{d}$

$C_2 = \varepsilon\varepsilon_0\frac{(l-x)\cdot l}{d}$

$C = \frac{\varepsilon_0 l}{d}\left(x + \varepsilon l - \varepsilon x\right) = \frac{\varepsilon_0 l}{d}\left(\varepsilon l - x(\varepsilon-1)\right)$

$C' = \frac{\varepsilon_0 l}{d}\left(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1)\right)$

$\Delta W' = W_1 - W_2 =$

$= \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2'}\right) =$

$= \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{1}{\varepsilon l - x(\varepsilon-1)} - \frac{1}{\varepsilon l-(x-dx)(\varepsilon-1)}\right) =$

$= \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{\varepsilon l-(x-dx)(\varepsilon-1) - \varepsilon l + x(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))(\varepsilon l-(x-dx)(\varepsilon-1))}\right) = \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\frac{dx(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l)^2}$

$\cancel{dW}\ F\cdot\cancel{dx} = \frac{U_0^2\cancel{l^4}}{\cancel{2}}\ \cancel{U_0^2}\cdot\varepsilon_0^2\frac{\cancel{l^4}}{d^2}\frac{\cancel{d}}{\cancel{\varepsilon_0 l}}\ \frac{\cancel{dx}(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2\cdot\cancel{l^2}}$

$F = \frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l\cdot(\varepsilon-1)}{d\cdot2\cdot\varepsilon^2}$

~~F=ma~~

~~m=~~ $a = \frac{F}{m}$

$x = \frac{a\left(\frac{T}{4}\right)^2}{2}$

$a = \frac{2x\cdot16}{T^2}$

$m = \frac{F\cdot T^2}{2\cdot16\cdot x}$

$m = \frac{T^2}{2\cdot16\cdot x}\cdot\frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l\cdot(\varepsilon-1)}{2\cdot d\cdot\varepsilon^2}$

$m = \frac{4{,}35^2}{64\cdot2\cdot16\cdot2\cdot16\cdot l}$

$\frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16\cdot10} = \frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot18{,}9}{64\cdot16\cdot10} = \frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot19}{64\cdot16\cdot10\cdot10} =$

$= \frac{1080}{1000\cdot10\cdot10} = 0{,}0108\,кг$

~~4,4~~ 4,3 × 4,4 = 12, 12, 16, 16, 18,92

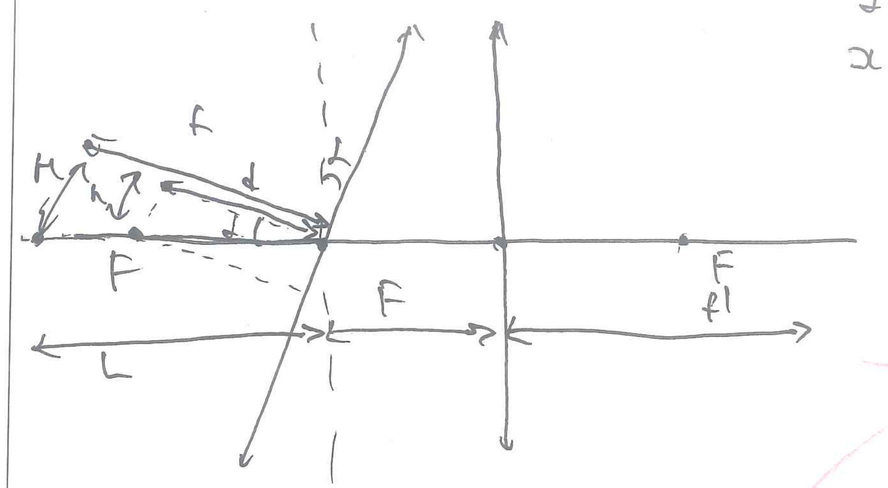
9 × 6 = 54

54 × 20 = 1080

21-47-30-26 (2.10)

Чистовик №4

$\alpha = 30^\circ$
$x = 23{,}5\,см$



$d = F\cdot\cos\alpha$

Первая линза:
$d = F\cdot\cos\alpha$
$d < F \Rightarrow$ изображение мнимое

$\cancel{\frac{1}{d} + \frac{1}{f}}$

$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{F\cdot\cos\alpha} - \frac{1}{F} = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{F}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) = \frac{1}{f}$

$\frac{1}{F}\left(\frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha}\right) = \frac{1}{f}$

$f = \frac{F}{\cancel{f}}\ F\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

~~Вторая линза~~

$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{L}{F}$

$\frac{F\cdot\frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{F\cdot\cos\alpha} = \frac{L}{F}$

$L = \frac{F}{1-\cos\alpha}$

Вторая линза:

$\frac{1}{L+F} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{L+F}$

$\frac{1}{f'} = \frac{L+F-F}{F(L+F)}$

$f' = \frac{F(L+F)}{L}$

$f' = \frac{F\left(\frac{F}{1-\cos\alpha}+F\right)}{\frac{F}{1-\cos\alpha}} = \frac{F\cdot F\left(\frac{1+1-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}\right)}{\frac{F}{1-\cos\alpha}} = F(2-\cos\alpha)$

$x = F + F + f' = \cancel{2F+2F}\ F(2+2-\cos\alpha) = (4-\cos\alpha)F$

$F = \frac{x}{4-\cos\alpha} = \frac{23{,}5\,см}{4-\frac{\sqrt3}{2}} \approx 7{,}5\,см$ $\boxed{Ответ: F = 7{,}5\,см}$

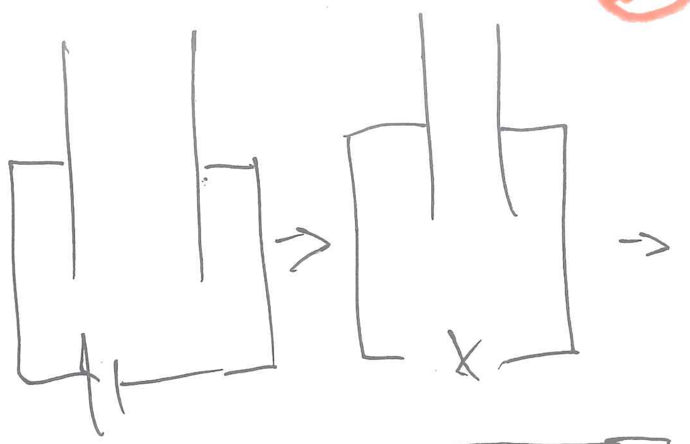
~~$\frac{23{,}5\cdot2}{4-}$~~

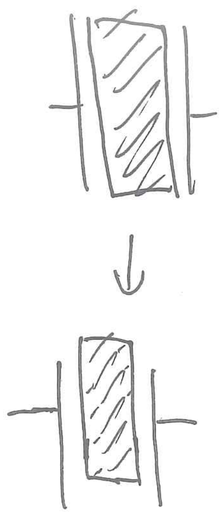
$\frac{\sqrt3}{2}$ ~~$\frac{\sqrt3}{2}$~~ $8 - 1{,}7$

$\frac{23{,}5}{4-\frac{\sqrt3}{2}} = \frac{23{,}5\cdot2}{8-1{,}7} = \frac{47}{6{,}3}$

470 | 63
−420 | 7,4 ≈ 7,5 см
 21
 290
 252
 380

Чистовик №5 20





$l = 0{,}2$ м
$U_0 = 100$ В
$d = 1$ мм
$x = 0{,}1$ мм
$x \ll d \ll l$
$T = 4{,}35$ с
m - ?
$\varepsilon = 4$
$\varepsilon_0 = 9\cdot 10^{-12}$ Ф/м
$\frac{1}{1+x} \approx 1$

$q = U_0 \cdot C_0$

$C_0 = \cancel{\varepsilon_0}\varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$

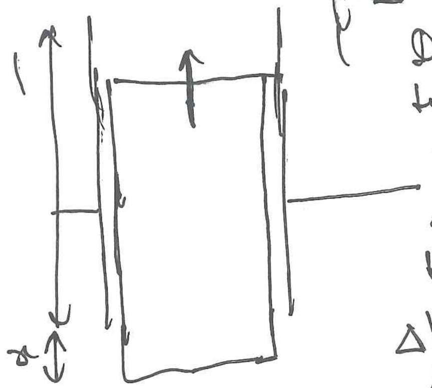
$q = U_0 \cdot C_0$

$q = U \cdot C$

$C = \varepsilon\varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$

$U_0 \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{d} = U \cdot \varepsilon\varepsilon_0 \frac{S}{d} \Rightarrow U = \frac{U_0}{\varepsilon} = 25$ В

Заряд q после отключения не изменился, а C и U изменились



Диэлектрик пытается затянуть в конденсатор некоторая сила F. Найдем её с помощью метода вирт. перемещений:

Пусть тело сдвинуто на x_1 и мы дополнительно сместим на dx

$\Delta W + A = 0$

$A = F \cdot dx$

$\Delta W = W_2 - W_1$

Разобьем конденсатор на 2 части (с диэлектриком и без) посчитаем емкости каждого и эквивалентную параллельному соединению емкость.

Черновик.

$F \cdot dx = \Delta W$

$\Delta W = W_1 - W_2$

$W = \frac{q^2}{2C}$

$q = U_0 \cdot C_0 = U_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{l^2}{d}$

$\cancel{C_1} = C = \varepsilon_0 \frac{l\cdot x}{d} + \varepsilon\varepsilon_0 \frac{l(l-x)}{d} = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - \varepsilon x + x) = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - x(\varepsilon - 1))$

$\cancel{C_2}\ C' = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - (x - dx)(\varepsilon - 1))$

$\Delta W = \cancel{\varepsilon}\frac{q^2}{2}\left(\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{1}{\varepsilon l - x(\varepsilon-1)} - \frac{1}{\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1)}\right)\right) =$

$= \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1) - \varepsilon l + x(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1))}\right) =$

$\Delta W = \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\frac{dx(\varepsilon-1)}{\varepsilon^2 l^2}$

$F = \frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 l}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon^2 l^2} = \cancel{U_0^2}\cdot\cancel{\varepsilon_0^2}\cdot\frac{\cancel{l^4}}{\cancel{d^2}}\frac{\cancel{d}}{2\cancel{\varepsilon_0} l^3}\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon^2} = \frac{U_0^2 \cdot \varepsilon_0 l}{d \cdot 2\varepsilon^2}(\varepsilon - 1)$

$x = \frac{a\left(\frac{T}{4}\right)^2}{2}$

$a = \frac{32x}{T^2}$

$m = \frac{F}{a} = \frac{U_0^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot l}{2\cdot d\cdot\varepsilon^2}(\varepsilon-1)\frac{T^2}{32x} = \frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l(\varepsilon-1)\cdot T^2}{64\cdot x\cdot d\cdot\varepsilon^2} =$

$= \frac{100\cdot100\cdot9\cdot10^{-12}\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot\cancel{0{,}1}\ 10^{-4}\cdot16\cdot10^{-3}} = \frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16}\cdot\frac{100\cdot100\cdot10^{-12}}{10^{-4}\cdot10^{-3}} =$

$= \frac{9\cdot2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16\cdot10}10^{4-12+7} = \frac{9\cdot2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16\cdot10\cdot10} = \frac{9\cdot2\cdot3\cdot19}{1000\cdot10\cdot10} = \frac{1026}{1000\cdot10\cdot10} \approx 0{,}1$ кг $= 100$ г

43
×44
12
16
12
16
1892

54
×19
136
45
54
1026

19

Черновик №2

$T = 273\,K$

$\Delta m = 1\,кг$

$p(0^\circ C) = 611\,Па$

$\lambda_k = 3{,}3\cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}$

$r_n = 2{,}3\cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}$

$Q_1 = Q_2$

$\Delta m\cdot\lambda_k = \Delta M\cdot r_n$

$\Delta M = \frac{\Delta m\cdot\lambda_k}{r_n}$

$pV = \nu RT$

$p_{нас}\cdot V = \frac{\Delta M}{\mu}RT$

$p_{нас}V = \frac{\Delta m\,\lambda_k}{r_n}\cdot\frac{RT}{\mu}$

$$V = \frac{\Delta m\cdot\lambda_k\cdot R\cdot T}{p_{нас}\cdot r_n\cdot\mu} = \frac{1\,кг\cdot 3{,}3\cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}\cdot 8{,}3\cdot 273}{611\cdot 2{,}3\cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}\cdot 18\cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{3{,}3\cdot 10^5\cdot 8{,}3\cdot 273}{611\cdot \cancel{10}\,2{,}3\cdot 10^6\cdot 18\cdot 10^{-3}} = \frac{3{,}3\cdot 8{,}3\cdot 273}{611\cdot 2{,}3\cdot 18}\cdot 10^2 =$$

$$= \frac{33\cdot 83\cdot 273}{611\cdot 18\cdot 2{,}3} \approx 3\,м^3$$

270, 8

83 × 33 = 249, 9, 24, 2739

275 × 273 = 74250

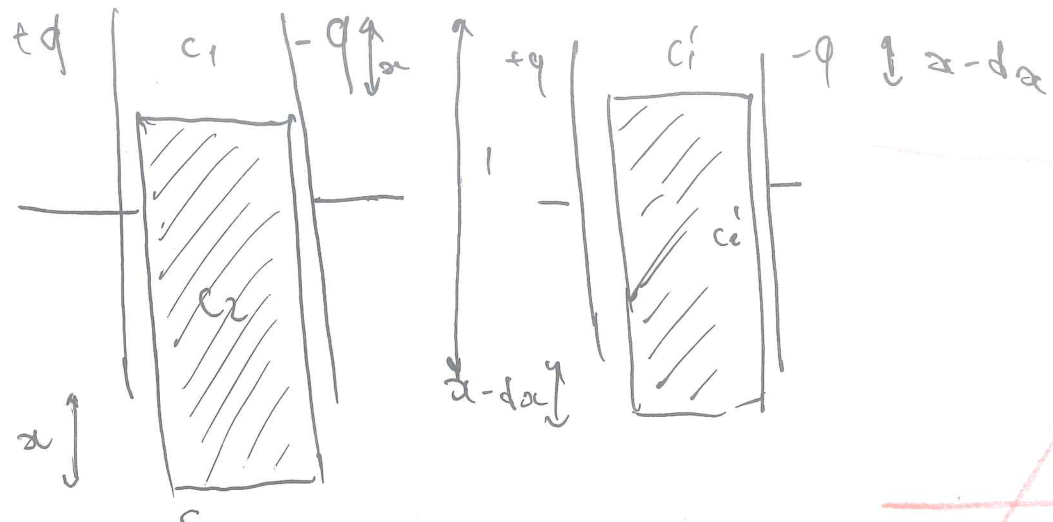
275, 270

275 × 270, 135, 49, 14, 550, 74250

611 × 18 = 4888, 611, 10998, 11000, ×2

11, 23, 23, 23, 25300

21-47-30-26 (2.10)



$\cancel{C_1 = \varepsilon_0 \frac{S}{}}$

$C_1 = \varepsilon_0\cdot\frac{l\cdot x}{d}$ $\qquad C_1' = \varepsilon_0\cdot\frac{l(x-dx)}{d}$

$C_2 = \varepsilon\cdot\varepsilon_0\frac{(l-x)\cdot l}{d}$ $\qquad C_2' = \varepsilon\varepsilon_0\frac{l(l-x+dx)}{d}$

$\cancel{C = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0}{d}(lx + \varepsilon l^2 - \varepsilon lx) = \frac{\varepsilon}{d}}$

$C = C_1 + C_2 = \frac{\varepsilon_0}{d}(lx + \varepsilon l^2 - \varepsilon lx) = \frac{\varepsilon_0}{d}\cdot l(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))$

$C' = \frac{\varepsilon_0}{d}\cdot l(x - dx + \varepsilon l - \varepsilon x + \varepsilon dx) = \frac{\varepsilon_0\cdot l}{d}(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1))$

$W = \frac{q^2}{2C}$; $W_1 = \frac{q^2}{2C}$; $W_2 = \frac{q^2}{2C'}$

$$F\cdot dx = \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C'}\right) = \frac{q^2}{2}\left(\frac{d}{\varepsilon_0\cdot l(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))} - \frac{d}{\varepsilon_0\cdot l(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1))}\right)$$

$$F\cdot dx = \frac{q^2}{2}\cdot\frac{d}{\varepsilon_0\cdot l}\left(\frac{1}{\varepsilon l - x(\varepsilon-1)} - \frac{1}{\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1)}\right)$$

$$F\cdot dx = \frac{q^2}{2}\cdot\frac{d}{\varepsilon_0\cdot l}\left(\frac{\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1) - \varepsilon l + x(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1))}\right)$$

$$F\cdot dx = \frac{q^2}{2}\cdot\frac{d}{\varepsilon_0\cdot l}\cdot\frac{dx(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))(\varepsilon l - (x-dx)(\varepsilon-1))}$$

пренебрегаем

$$F\,dx = \frac{q^2\cdot d}{2\varepsilon_0 l}\cdot\frac{dx(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l - x(\varepsilon-1))^2}$$

$$F=\frac{q^2\cdot d}{2\varepsilon_0\cdot l}\,\frac{(\varepsilon-1)}{(l-x(\varepsilon-1))^2},\ \text{но}\ \frac{1}{1+x}\approx 1$$

$$x\ll d\ll l \Rightarrow \frac{1}{(l-x(\varepsilon-1))^2}\approx \frac{1}{\varepsilon^2 l^2}$$

$$F=\frac{q^2\cdot d}{2\varepsilon_0\cdot l}\,\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon^2 l^2}$$

$$q=U_0\cdot C_0=U_0\cdot\varepsilon_0\frac{l^2}{d}$$

$$F=\frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0^2\cdot l^4 d}{d^2\cdot 2\varepsilon_0\cdot l}\,\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon^2 l^2}=\frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l}{2\cdot d\,\varepsilon^2}(\varepsilon-1)$$

$F\approx const$

$F=ma\Rightarrow a=\frac{F}{m}\quad m=\frac{F}{a}$

$$x=\frac{a}{2}\left(\frac{T}{4}\right)^2$$

$$\cancel{a=\frac{2x}{T^2}\Rightarrow m=\frac{2F\cdot x}{T^2}=\frac{2\cdot x}{T^2}\cdot\frac{U_0^2\varepsilon_0 l(\varepsilon-1)}{d}=\frac{U_0^2\cdot x\cdot\varepsilon_0(\varepsilon-1)l}{T^2\cdot d}}$$

$$\cancel{m=\frac{100\cdot100\cdot0{,}0001\cdot10^{-3}\cdot9\cdot10^{-12}\cdot3\cdot0{,}2}{4{,}35^2\cdot 9\cdot10^{-3}}=\frac{100\cdot100\cdot0{,}1\cdot9\cdot10^{-12}\cdot3\cdot0{,}2}{19}=}$$

$\cancel{\frac{100\cdot1\cdot2\cdot3\cdot9\cdot10^{-12}}{2\cdot9}=3\cdot10^{-10}}$

~~43, 44, 435, 16, 1936, 1892, 1900~~

~~Ответ: $m=3\cdot10^{-10}$ кг~~

$$\cancel{a}=\frac{2x}{T^2}\qquad a=\frac{32x}{T^2}$$

$$m=\frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l(\varepsilon-1)}{2d\cdot\varepsilon^2}\cdot\frac{T^2}{32\cdot x}=\frac{U_0^2\cdot\varepsilon_0\cdot l\,(\varepsilon-1)}{64\cdot d\cdot\varepsilon^2\cdot x}T^2$$

$$m=\frac{100\cdot100\cdot9\cdot10^{-12}\cdot0{,}2\,(4-1)\,4{,}35^2}{64\cdot10^{-3}\cdot16\cdot10^{-4}\cdot 9}$$

$$10^{4-12+7}=10^{-1}$$

$$=\frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16}\cdot\frac{100\cdot100\cdot10^{-12}}{10^{-3}\cdot10^{-4}}=\frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{64\cdot16\cdot10}=\frac{9\cdot0{,}2\cdot3\cdot4{,}35^2}{1024\cdot10}$$

$\approx$ ~~0,108 кг~~ $0{,}01$ кг ≈ 10 г

$\boxed{\text{Ответ: } m=10\text{ г}}$

Задача №2. Чистовик.

$\Delta m=1$ кг

$T=273$ К

$p_{нас}(0^\circ C)=611$ Па

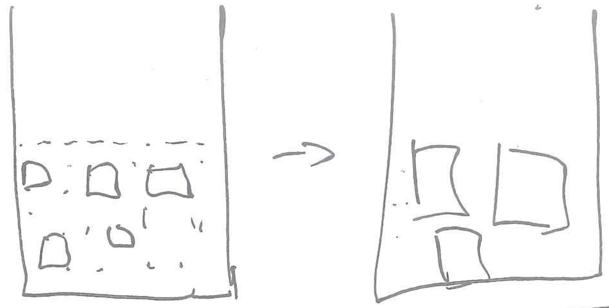
$\lambda_к=3{,}3\cdot10^5\ \frac{Дж}{кг}$

$r_п=2{,}3\cdot10^6\ \frac{Дж}{кг}$

$\mu=18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$

$R=8{,}3$

$V-?$



В решении мы пренебрегаем изменением объема при замерзании, изменением температуры воздуха.

Вспомним, что $0^\circ C$ ~~= 27~~ $\approx 273{,}15$ К $\Rightarrow$ В комнате вся вода должна превратиться в лед. В начальном состоянии есть вода и лед, в конечном – насыщенный пар и лед.

$Q_1=Q_2$

$\Delta m\cdot\lambda_к=\Delta M\cdot r_п$

$p_{нас}\cdot V=\nu\cdot R\cdot T$

$\nu=\frac{\Delta M}{\mu}$

$p_{нас}\cdot V=\frac{\Delta M}{\mu}RT$

$\Delta M=\frac{p_{нас}\cdot V\cdot\mu}{R\cdot T}$

$$\Delta m\cdot\lambda_к=r_п\cdot\frac{p_{нас}\cdot V\cdot\mu}{R\cdot T}$$

$$V=\frac{\Delta m\cdot\lambda_к\cdot R\cdot T}{r_п\cdot p_{нас}\cdot\mu}$$

$$\cancel{V=1\text{ кг}\cdot\frac{3{,}3\cdot10^5\cdot8{,}3\cdot273}{2{,}3\cdot10^6\cdot610\cdot18\cdot10^{-3}}=\frac{3{,}3\cdot8{,}3\cdot273}{2{,}3\cdot10\cdot18\cdot10^{-3}}=\frac{3{,}5\cdot8\cdot270}{2\cdot10^3\cdot18}=\frac{7\cdot270}{10^3\cdot9}=\frac{1690}{9000}}$$

$$V=1\text{ кг}\cdot\frac{3{,}3\cdot10^5\cdot8{,}3\cdot273}{2{,}3\cdot10^6\cdot611\cdot18\cdot10^{-3}}=$$

$$=\frac{3{,}3\cdot8{,}3\cdot273}{2{,}3\cdot611\cdot18}\cdot\frac{10^5}{10^6\cdot10^{-3}}=\frac{74250}{25300}\text{ м}^3\approx 3\text{ м}^3$$

83 × 33 = 249, 249, 2739

2740 × 273 = 12, 21, 6

275 × 270 = 135, 149, 14, 550, 74250

611 × 18 = 4888, 611, 10998, 11000

11 × 23 = 23, 23, 25300

$\boxed{\text{Ответ: } V=3\text{ м}^3}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

21-47-30-26
(2.10)

Черновик

$\Delta m x_k = \Delta M \cdot r_n$

$\Delta M = \Delta m \frac{x_k}{r_n}$

$p_{нас} V = \nu R T$

$p_{нас} V = \frac{\Delta M}{\mu} R T$

$p_{нас} V = \Delta m \frac{x_k}{r_n} \frac{RT}{\mu}$

$V = \frac{\Delta m x_k R T}{p_{нас} r_n \mu} = \frac{1кг \cdot 3{,}3 \cdot 10^{5} \cdot 8{,}3 \cdot 273}{611 \cdot 2{,}3 \cdot 10^{6} \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = \frac{3{,}3 \cdot 8{,}3 \cdot 273}{611 \cdot 2{,}3 \cdot 18} \cdot 10^{2} =$

$= \frac{33 \cdot 83 \cdot 273}{611 \cdot 2{,}3 \cdot 18} =$

83
×33
249
19
24
2739

275
×270
135
149
14
150
4
74250

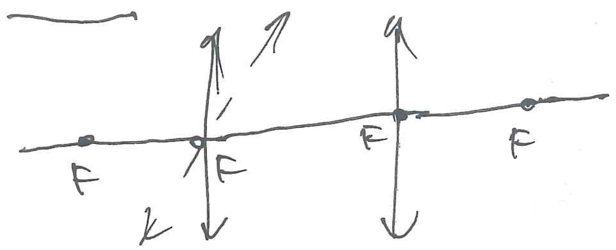
×611
18
4888
611
10998 => 11

11
×23
23
23
25300

$\frac{\sqrt{RT}}{} \quad \frac{v^2}{R} = p_m$

$B v d = \sqrt{p_m \cdot R}$

$B = \frac{\sqrt{p_m \cdot R}}{v \cdot d} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{0{,}4 \cdot 0{,}1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0{,}5$



$d = F \cos\alpha$

$\frac{1}{d} + \cancel{\frac{1}{f}} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

$\frac{dF}{d-F} = f = \frac{F \cdot F\cos\alpha}{F - F\cos\alpha} = F \frac{\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$\frac{L}{F} = \frac{f}{d} = \frac{1}{1-\cos\alpha}$

$L = \frac{F}{1-\cos\alpha}$

$L + F = F\left(\frac{1 + 1 - \cos\alpha}{1-\cos\alpha}\right)$

$L + F = F \frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$

$f' = \frac{F(F+L)}{F+L-F} = \frac{F(F+L)}{L}$

$f' = \frac{F \cdot F \cdot \frac{2-\cos\alpha}{1-\cos\alpha}}{\frac{F}{1-\cos\alpha}}$

$f' = F(2-\cos\alpha)$

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

Черновик

$kx = (4-\cos\alpha)F$

$F = \frac{23{,}5}{4-\cos\alpha} = \frac{23{,}5 \cdot 2}{8-\sqrt{3}} = \frac{47}{6{,}3}$

$470 : 63$; -420; 21; 290; $7{,}5$

$F \cdot dx = \Delta W$

$\Delta W = W_1 - W_2 = \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}\right)$

$C = \cancel{\varepsilon}\varepsilon_0 \frac{l \cdot x}{d} + \varepsilon_0 \varepsilon \frac{(l-x)\cdot l}{d} = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - \varepsilon x + x) = \frac{\varepsilon_0 l}{d}(\varepsilon l - x(\varepsilon - 1))$

$\Delta W = \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{1}{\varepsilon l - x(\varepsilon-1)} - \frac{1}{\varepsilon l - (x - dx)(\varepsilon - 1)}\right)$

$\Delta W = \frac{q^2}{2}\frac{d}{\varepsilon_0 l}\left(\frac{dx(\varepsilon-1)}{(\varepsilon l)^2}\right)$

$F = \frac{q^2 d}{2\varepsilon_0 l}\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon^2 l^2} = \frac{U_0^2 \cdot \varepsilon_0^2 \frac{l^2}{d^2} \cdot d \cdot \varepsilon - 1}{2\varepsilon_0 l \cdot \varepsilon^2 \cdot l^2} = \frac{U_0^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot l}{d}\frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon^2}$

$x = \frac{a\left(\frac{T}{4}\right)^2}{2}$

$a = \frac{32x}{T^2}$ $\quad m = \frac{U_0^2 \varepsilon_0 l}{d}\frac{\varepsilon - 1}{2\varepsilon^2}\frac{T^2}{32x} =$

$= \frac{U_0^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot l}{d} \cdot \frac{\varepsilon - 1 \quad T^2}{64x \cdot \varepsilon^2} = \frac{100 \cdot 100 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}2 \cdot 3 \cdot 4{,}35^2}{64 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3} \cdot 16} =$

$= \frac{9 \cdot 0{,}2 \cdot 3 \cdot 4{,}35^2}{64 \cdot 16 \cdot 10} = \frac{9 \cdot 6 \cdot 19}{64 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 10} = \frac{1026}{1024 \cdot 10 \cdot 10} =$ доли

~~435~~ 43×44; 12; 16; 16; 12

43×44; 12; 16; 12; 16; 1892; 19

54×19; 36; 45; 54; 1026

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!